



Canlılık ve Enerji: Fotosentezin Tanımı ve Kapsamı

Tanım: Klorofil taşıyan canlıların ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden (CO_2 ve H_2O) organik besin sentezlemesi olayıdır.

Enerji Dönüşümü: Işık enerjisinin (fiziksel enerji), kimyasal bağ enerjisine dönüştürülerek organik moleküllerde depolanması sürecidir.

Fotoototrof Canlılar: Enerji kaynağı olarak güneşi kullanan üreticilerdir.

- Bitkiler (Tam parazit bitkiler hariç)
- Siyanobakteriler (Mavi-yeşil algler)
- Öglena ve Algler (Protista alemi)
- Mor Sülfür Bakterileri

Ekolojik Önem: Fotosentez, ekosistemlerdeki besin ve enerji akışının temelini oluşturur. Heterotrof (tüketici) canlılar için gerekli besin ve oksijenin kaynağıdır.

[DİKKAT]

Fotosentez sadece bitkilerde gerçekleşmez. Bazı bakteriler, algler ve öglena da fotosentez yapar. Ancak mantarlar heterotroftur, asla fotosentez yapmazlar.

Biyokütlenin Kaynağı: Toprak mı, Atmosfer mi?



Sekoya Örneği:

Kütlesi 2000 tona ulaşabilen devasa ağaçların kütle kaynağı genellikle yanlış bilinir.

Karbon Tutulumu: Ağaçların kuru ağırlığının yaklaşık %90-95'i atmosferden alınan Karbondioksitten (CO_2) kaynaklanır.

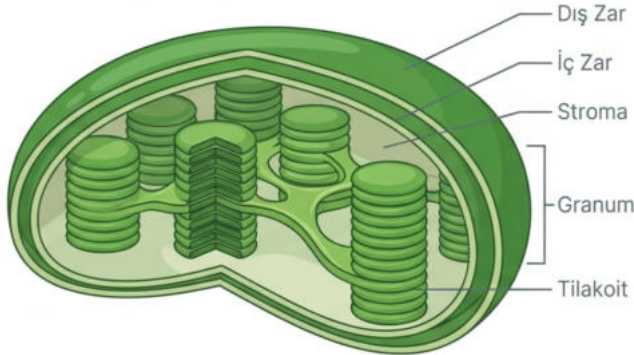
Süreç: Bitkiler, havadaki karbonu fotosentez yoluyla yakalar ve glikoz, selüloz, nükleik asitler gibi yapısal bileşiklere dönüştürür.

Toprağın Rolü: Topraktan alınan su ve mineraller hayati öneme sahiptir ancak kütleli artışın ana sebebi değildir.

Attention Box

[YANILGI UYARISI] Bir ağacın odunsu gövdesinin (biyokütlesinin) temel kaynağı topraktaki gübre değil, havadaki kart

Fotosentez Mekanizması: Kloroplast Yapısı



Konum: Ökaryot hücrelerde fotosentez kloroplast organelinde gerçekleşir.

Çift Zar Sistemi: Dış zar ve iç zar olmak üzere seçici geçirgen iki katmana sahiptir.

Stroma (Sıvı Kısım):

- Kloroplastın içini dolduran sıvıdır.
- DNA, RNA, ribozomlar ve fotosentez enzimleri burada bulunur.
- Işıktan bağımsız reaksiyonlar (Calvin döngüsü) burada gerçekleşir.

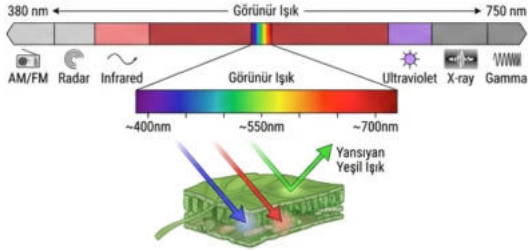
Granum ve Tilakoitler:

- **Tilakoit:** Klorofil pigmentlerini ve ETS elemanlarını taşıyan yassı keseciklerdir.
- **Granum:** Tilakoitlerin üst üste dizilmesiyle oluşan kümelerdir. Güneş ışığının daha verimli emilmesini sağlar.

[DİKKAT]

Kloroplastlar kendi DNA, RNA ve ribozomlarına sahiptir. Bu sayede çekirdek kontrolünde kendilerini eşleyebilir ve ihtiyaç duydukları bazı proteinleri sentezleyebilirler.

Işık Enerjisi ve Pigmentler



Görünür Işık: Fotosentez, elektromanyetik spektrumun 380-750 nm aralığındaki görünür ışıkta gerçekleşir.

Pigment: Işığı soğuran (absorbe eden) moleküllere denir. Fotosentez, soğurulan ışık ile gerçekleşir; yansıyan ışık kullanılmaz.

Klorofil:

- Fotosentezin ana pigmentidir.
- Mavi-mor ve kırmızı ışığı en iyi soğurur.
- Yeşil ışığı yansıttığı için bitkiler yeşil görünür.

Karotenoitler (Yardımcı Pigmentler):

- Çiçek ve meyvelere renk verir (Turuncu, Sarı, Kırmızı).
- Klorofilin soğuramadığı dalga boylarını emerek enerjiyi klorofile aktarır.
- Zararlı ışınları emerek klorofilin bozulmasını engeller.

Karotenoitler (Yardımcı Pigmentler):

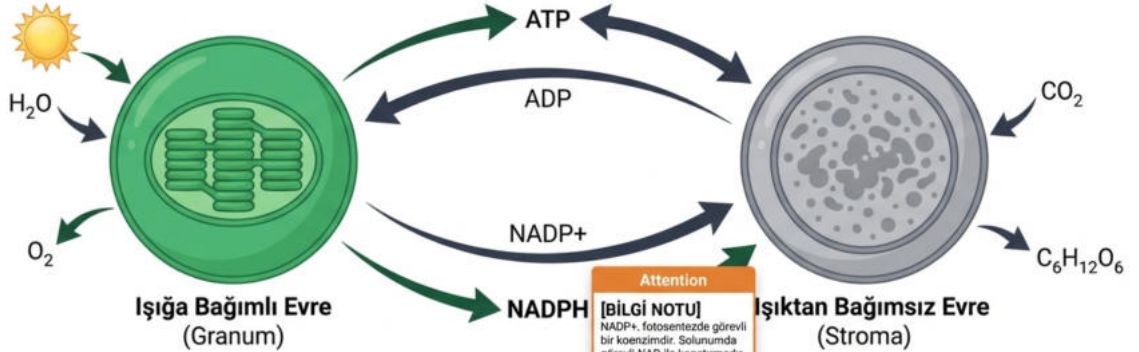
- Çiçek ve meyvelere renk verir (yrunçu, Sarı, Kırmızı).
- Klorofilin soğuramadığı dalga boylarını emerek enerjiyi klorofile aktarır.

[DİKKAT]

Fotosentez yeşil ışıkta gerçekleşmez diye bir kural yoktur; yeşil ışık büyük oranda yansıtıldığı için fotosentez hızı en düşüktür.

Fotosentez Reaksiyonlarına Genel Bakış

Genel Denklem:



Süreç İki Ana Evreden Oluşur:

1. ****Işığa Bağımlı Reaksiyonlar (Granum):**** Işık enerjisi kimyasal enerjiye (ATP) dönüştürülür.
2. ****Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Stroma):**** CO₂ kullanılarak organik besin sentezlenir.

I. Evre: Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

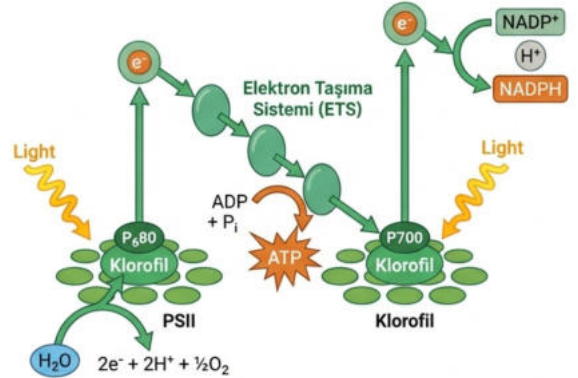
Yer: Kloroplastın granumlarında (tilakoit zarlarında) gerçekleşir.

Ön Koşul: Işık enerjisi, klorofil ve ETS (Elektron Taşıma Sistemi) zorunludur.

Mekanizma:

1. Işık klorofili uyarır ve elektron koparır.
2. Kopan elektronlar ETS elemanları üzerinden taşınır.
3. Bu taşınma sırasında açığa çıkan enerji ile **Fotofosforilasyon** yapılarak ATP sentezlenir.
4. Elektronlar ve protonlar en son NADP⁺ tarafından tutulur ve NADPH üretilir.

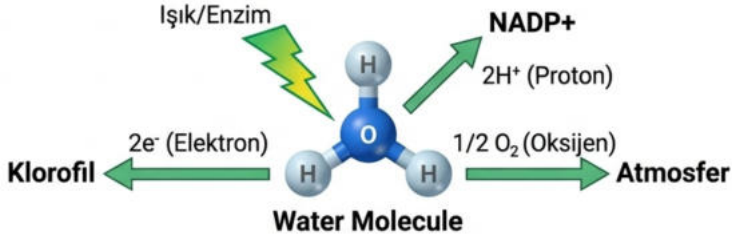
Üretilenler: ATP, NADPH ve O₂ (Yan ürün).



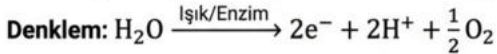
[DİKKAT]

Bu evrede sıcaklık değişimleri çok etkili değildir, ancak ışık şiddeti belirleyicidir. Enzim kullanımı vardır ancak sınırlıdır.

Kritik Olay: Suyun Fotolizi (Hill Reaksiyonu)



Tanım: Işık enerjisi etkisiyle su molekülünün iyonlarına ayrışmasıdır.



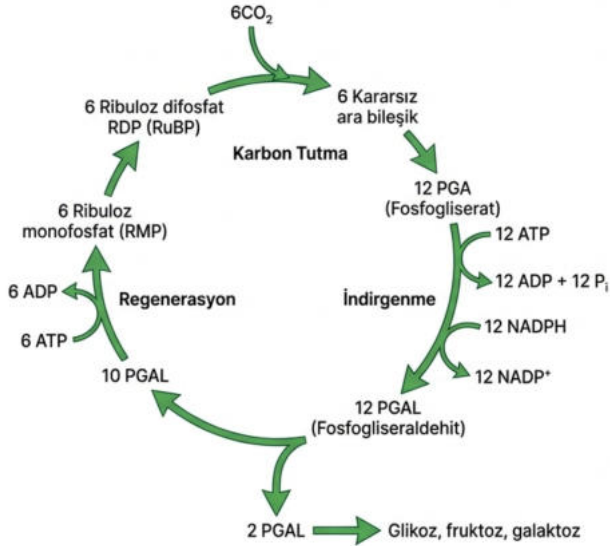
Ayrışan Suyun 3 Görevi:

- Elektron (e⁻) Kaynağı:** Klorofilin kaybettiği elektron açığını kapatır.
- Hidrojen (H⁺) Kaynağı:** NADP⁺ molekülünün NADPH'a dönüşmesini sağlar.
- Oksijen (O₂) Kaynağı:** Atmosfere verilen oksijenin kaynağı sudur.

[UNUTMA!]

Fotosentez sonucu açığa çıkan Oksijenin kaynağı karbondioksit (CO₂) değil, sudur (H₂O). Karbondioksitteki oksijen, üretilen besinin yapısına katılır.

II. Evre: Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Calvin Döngüsü)



Yer: Kloroplastın stromasında gerçekleşir.

Gerekşinimler: CO₂ (Atm), ATP (Işıklı evreden), NADPH (Işıklı evreden).

Özellik: Işık doğrudan kullanılmaz ancak ışıklı evre ürünlerine muhtaçtır (Karanlıkta gerçekleşmez).

Mekanizma:

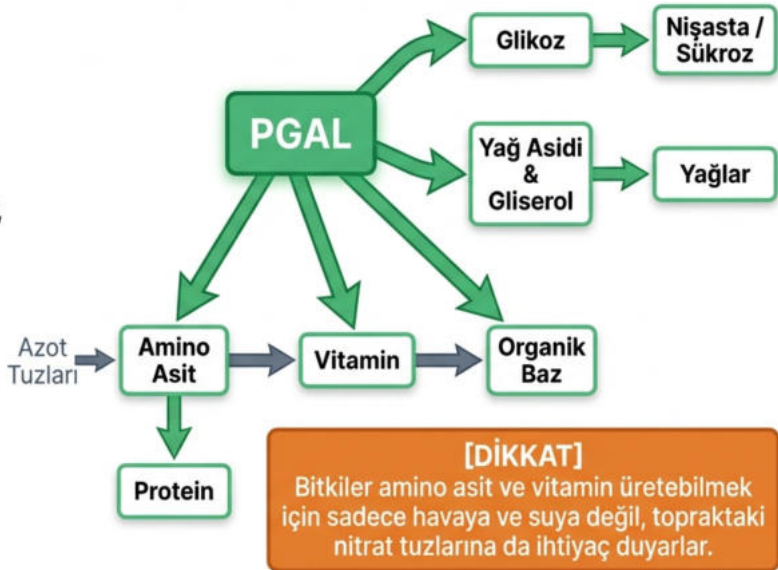
1. **Karbon Tutma:** Atmosferden alınan CO₂ enzimler yardımıyla döngüye katılır.
2. **İndirgenme:** ATP enerjisi harcanır ve NADPH hidrojenlerini vererek yükseltgenir.
3. **Ürün:** Reaksiyonlar sonucunda 3 karbonlu **PGAL** (Fosfogliseraldehit) sentezlenir.

[SICAKLIK UYARISI]

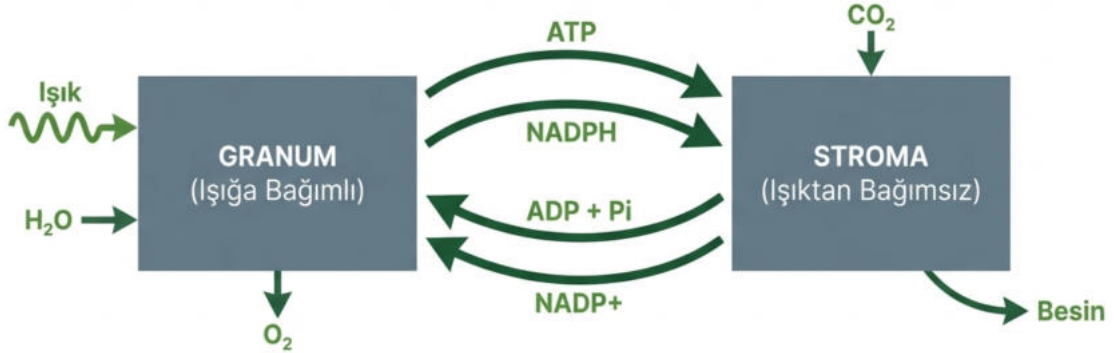
Bu evre tamamen enzimlerin kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerine karşı çok hassastır. Yüksek sıcaklık fotosentezi bu evrede durdurur.

Organik Madde Sentezi ve PGAL'in Rolü

- **Anahtar Molekül:** Calvin döngüsünden çıkan PGAL, tüm organik besinlerin yapı taşıdır.
- **PGAL Dönüşümleri:**
 - **Glikoz:** Bir kısmı glikoza dönüşür, fazlası nişasta olarak depolanır.
 - **Yağlar:** Dönüşüm reaksiyonları ile Yağ Asidi ve Gliserol sentezlenir.
- **Azotlu Bileşikler:** PGAL molekülüne topraktan alınan **Azot Tuzları** eklenerek; Amino asitler, Vitaminler ve Organik Bazlar sentezlenir.



İki Evre Arasındaki Madde Alışverişi (Özet)



Granumdan Stromaya Geçenler:

- **ATP:** Organik molekül sentezi için enerji sağlar.
- **NADPH:** Organik molekül için Hidrojen (H) sağlar.

Stromadan Granuma Dönenler:

- **ADP + Pi:** Tekrar şarj edilmek (ATP olmak) üzere döner.
- **NADP+:** Tekrar elektron ve hidrojen yüklenmek üzere döner.

[ATP NOTU]

Kloroplastta üretilen ATP sadece fotosentez reaksiyonlarında tüketilir. Hücrenin diğer metabolik olayları (aktif taşıma, bölünme vb.) için mitokondriyal ATP kullanılır.

Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler

Minimum Yasası:

Fotosentez hızı, miktarı en az olan faktöre göre belirlenir. Diğer faktörler ideal olsa bile, "en zayıf halka" hızı sınırlar.



Liebig's Fıçı Modeli: Su seviyesini (fotosentez hızı) en kısa tahta (sınırlayıcı faktör) belirler.

1. Genetik (Kalıtsal) Faktörler:

- Kloroplast sayısı
- Yaprak genişliği
- Stoma sayısı ve konumu
- Kütikula kalınlığı
- Enzim miktarı

2. Çevresel Faktörler:

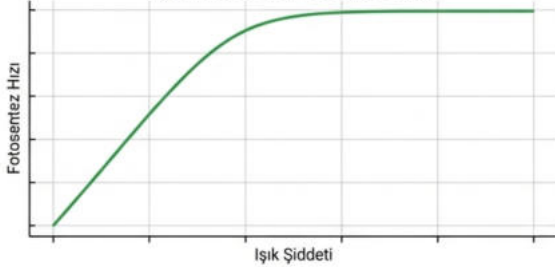
- Işık (Şiddeti ve Dalga boyu)
- CO₂ miktarı
- Sıcaklık
- Su
- pH ve Mineraller

[ADAPTASYON]

Kütikula tabakasının kalın olması kurak bölge bitkileri için su kaybını önleyen bir adaptasyondur ancak fotosentez için gereken ışık girişini zorlaştırır.

Çevresel Faktörler: Işık ve CO₂

Işık Şiddeti ve Fotosentez Hızı



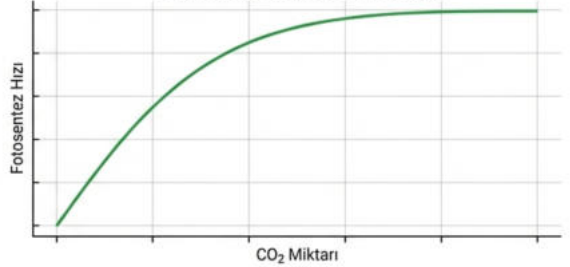
Işık Şiddeti:

Işık arttıkça hız artar, ancak bir noktadan sonra klorofiller doygunluğa ulaştığı için hız sabit kalır.

Işığın Dalga Boyu:

- **En Hızlı:** Mor ve Kırmızı ışık (Absorbsiyon yüksek).
- **En Yavaş:** Yeşil ışık (Yansıtma yüksek).

CO₂ Miktarı ve Fotosentez Hızı



CO₂ Miktarı:

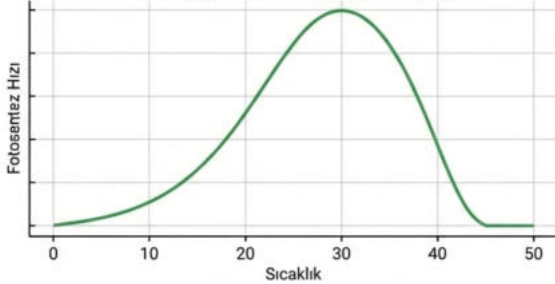
- CO₂ artışı hızı belirli bir seviyeye kadar artırır.
- Doygunluk noktasından sonra enzimler tam kapasite çalıştığı için hız sabit kalır.
- Ortamda CO₂ yoksa fotosentez durur (Karanlık evre kilitletlenir).

KRİTİK NOKTA:

Ortamda CO₂ yoksa fotosentez durur, çünkü karanlık evre kilitletlenir.

Çevresel Faktörler: Sıcaklık ve Su

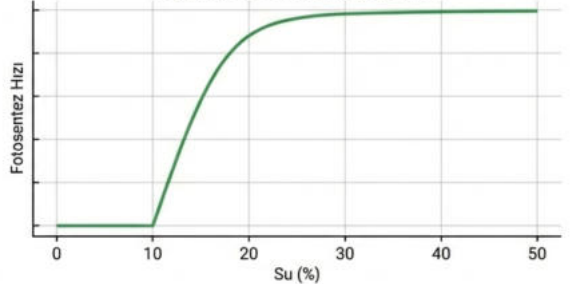
Sıcaklığın fotosentez hızına etkisi



Sıcaklık:

- Fotosentez enzimatik bir olaydır.
- Optimum sıcaklığa (25-30°C) kadar hız artar.
- Çok yüksek sıcaklıklarda (örn. 45°C üzeri) enzimlerin protein yapısı bozulduğu (denatürasyon) için fotosentez durur.

Suyun fotosentez hızına etkisi



Su Miktarı:

- Enzimlerin çalışabilmesi için ortamda en az %15 oranında su bulunmalıdır.
- Su eksikliğinde stomalar kapanır, CO₂ girişi engellenir ve fotosentez yavaşlar/durur.

Karşılaştırma: Bakteriyel Fotosentez

- **Kloroplast Farkı:**

Prokaryotlarda (Bakterilerde) kloroplast yoktur. Klorofil pigmenti ve enzimler sitoplazma veya hücre zarı kıvrımlarında bulunur.

- **Hidrojen Kaynağı Farklılığı:**

	Organizma	Hidrojen Kaynağı (H-Kaynağı)	Yan Ürün / Sonuç
1	Bitkiler ve Siyanobakteriler	H_2O (Su)	Atmosfere O_2 verir.
2	Kükürt Bakterileri	H_2S (Hidrojen Sülfür)	Yan ürün olarak Kükürt (S) açığa çıkar.
3	Hidrojen Bakterileri	H_2 (Hidrojen)	Yan ürün oluşmaz.

- **Ortak Nokta:** Tüm fotosentetik canlılarda karbon kaynağı CO_2 'dir ve hepsi ışık enerjisini kullanır.

Attention

[SONUÇ]

Tüm fotosentez tepkimelerinde besin (glikoz) üretilir, ancak hepsinde Oksijen üretilmez. **Oksijen üretimi kullanılan Hidrojen kaynağına bağlıdır.**